

**ROBÓTICA EDUCACIONAL E
TRANSFORMAÇÃO
PEDAGÓGICA: INOVAÇÃO,
PENSAMENTO
COMPUTACIONAL E NOVAS
FRONTEIRAS DA
EDUCAÇÃO
CONTEMPORÂNEA**

**EDUCATIONAL ROBOTICS AND PEDAGOGICAL TRANSFORMATION:
INNOVATION, COMPUTATIONAL THINKING, AND NEW FRONTIERS IN
CONTEMPORARY EDUCATION**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 20/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/792375152](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/792375152)

Joelson Miranda Ferreira¹

Raimundo Pereira Soares²

Francisco Cláudio Costa de Freitas³

Marcelo Longo Freitas Mandarino⁴

Antonio Flavio Pereira de Almeida⁵

Murilo Monteiro de Souza⁶

Keise Pâmela Santos de Moraes⁷

Juselha Alves dos Santos⁸

Jorge Rodrigo Assis Moreira⁹

Francisca Eliene Oliveira Furtado¹⁰

RESUMO

A robótica educacional constitui uma abordagem pedagógica inovadora que integra tecnologias digitais, pensamento computacional e aprendizagem ativa para transformar os processos de ensino e aprendizagem na educação contemporânea. Este estudo tem como objetivo analisar as contribuições da robótica educacional para a inovação pedagógica, o desenvolvimento de competências cognitivas e a construção de práticas educativas interdisciplinares. Metodologicamente, caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e natureza exploratória, fundamentada na análise de produções científicas sobre tecnologias educacionais, metodologias ativas, cultura digital e pensamento computacional. Os resultados da análise indicam que a utilização de recursos robóticos favorece a resolução de problemas, o raciocínio lógico, a criatividade, a colaboração e a autonomia discente, além de ampliar as possibilidades de articulação entre conhecimentos científicos e situações práticas. A investigação também evidencia que a integração dessas tecnologias exige planejamento pedagógico, formação continuada dos professores, infraestrutura adequada e estratégias que promovam a inclusão e a equidade educacional. Conclui-se que a robótica educacional representa uma possibilidade estratégica de transformação pedagógica, ao estimular experiências de aprendizagem investigativas, participativas e contextualizadas. Sua incorporação consciente ao currículo fortalece o protagonismo estudantil e contribui para uma educação alinhada às demandas científicas, tecnológicas e sociais do século XXI.

Palavras-chave: Aprendizagem ativa; Cultura digital; Inovação pedagógica; Pensamento computacional; Tecnologias educacionais.

ABSTRACT

Educational robotics constitutes an innovative pedagogical approach that integrates digital technologies, computational thinking, and active learning to transform teaching and learning processes in contemporary education. This study aims to analyze the contributions of educational robotics to pedagogical innovation, the development of cognitive skills, and the construction of interdisciplinary educational practices. Methodologically, it is characterized as a bibliographic study with a qualitative approach and an exploratory nature, based on the analysis of scientific publications on educational technologies, active methodologies, digital culture, and computational thinking. The findings indicate that the use of robotic resources promotes problem-solving, logical reasoning, creativity, collaboration, and student autonomy, while expanding opportunities to connect scientific knowledge with practical situations. The investigation also highlights that the integration of these technologies requires pedagogical planning, continuing teacher education, adequate infrastructure, and strategies that promote inclusion and educational equity. It is concluded that educational robotics represents a strategic opportunity for pedagogical transformation by encouraging investigative, participatory, and contextualized learning experiences. Its purposeful integration into the curriculum strengthens student agency and contributes to an educational model aligned with the scientific, technological, and social demands of the twenty-first century.

Keywords: Active learning; Digital culture; Educational innovation; Computational thinking; Educational technologies.

1. INTRODUÇÃO

As transformações científicas, tecnológicas e socioculturais que caracterizam a sociedade contemporânea têm ampliado as exigências direcionadas à educação, especialmente no que se refere à formação de sujeitos capazes de interpretar informações, resolver problemas complexos, desenvolver o pensamento crítico e participar ativamente da construção do conhecimento. Nesse cenário, a robótica educacional emerge como uma possibilidade de inovação pedagógica que articula programação, experimentação, construção de artefatos e investigação interdisciplinar, favorecendo novas relações entre teoria e prática.

Entretanto, sua relevância ultrapassa a incorporação de dispositivos tecnológicos ao ambiente escolar, pois envolve a revisão das concepções de ensino, aprendizagem, currículo e mediação docente. A questão central consiste em compreender em que condições a utilização da robótica pode contribuir efetivamente para a transformação pedagógica e para o desenvolvimento de competências cognitivas, criativas e colaborativas.

As bases conceituais dessa discussão encontram respaldo nas contribuições de Papert (1980), cuja perspectiva construcionista atribui importância à aprendizagem construída por meio da elaboração de objetos compartilháveis e intelectualmente significativos. Nessa abordagem, o estudante assume uma posição ativa diante do conhecimento, formulando hipóteses, experimentando soluções, identificando inconsistências e aperfeiçoando suas produções.

A robótica educacional aproxima-se dessa concepção ao permitir que conceitos abstratos sejam explorados por meio de mecanismos físicos programáveis, tornando observáveis os efeitos das decisões e

dos comandos elaborados pelos próprios estudantes. Essa relação, contudo, exige uma compreensão pedagógica que reconheça a construção de artefatos como meio para a elaboração conceitual, e não como finalidade isolada do processo educativo. Assim, o potencial formativo da robótica depende da qualidade dos problemas propostos, da intencionalidade das atividades e das oportunidades de reflexão que acompanham a experimentação.

Essa perspectiva amplia-se quando articulada ao pensamento computacional, entendido como uma forma de organizar o raciocínio para formular problemas, identificar padrões, estabelecer procedimentos e construir soluções passíveis de análise e aperfeiçoamento. Wing (2006) contribui para essa compreensão ao defender o pensamento computacional como uma competência intelectual relevante para além dos limites da ciência da computação.

Sob essa ótica, programar um dispositivo robótico envolve operações cognitivas relacionadas à decomposição de problemas, ao raciocínio algorítmico, à abstração, à verificação de resultados e à revisão de estratégias. Brennan e Resnick (2012), ao discutirem a aprendizagem de programação, ampliam esse entendimento ao relacionar conceitos computacionais, práticas de desenvolvimento e perspectivas de participação e expressão.

A convergência dessas contribuições permite compreender a robótica educacional como um ambiente de aprendizagem no qual o estudante mobiliza conhecimentos, testa decisões e desenvolve formas sistemáticas de enfrentar desafios. Sua inserção curricular, portanto, pode favorecer o diálogo entre matemática, ciências,

linguagens e tecnologias, desde que as atividades estejam vinculadas a objetivos educacionais claramente definidos.

No campo das metodologias de aprendizagem, Resnick (2017) destaca a importância de experiências organizadas em torno de projetos, interesses, colaboração e experimentação criativa. Essa perspectiva oferece sustentação à robótica educacional quando os estudantes participam da concepção, construção, programação e avaliação de soluções para situações contextualizadas. Em vez de restringir a aprendizagem à reprodução de instruções, tais experiências podem favorecer a autonomia intelectual, a comunicação, a cooperação e a capacidade de revisar procedimentos diante de resultados inesperados.

A contribuição pedagógica torna-se especialmente significativa quando o erro é compreendido como elemento constitutivo da investigação, permitindo que a identificação de falhas e a reformulação de estratégias integrem o próprio percurso de aprendizagem. Nesse sentido, a inovação não reside exclusivamente na presença do robô, mas na reorganização das relações entre estudantes, professores, conhecimentos e problemas investigados.

As pesquisas recentes reforçam essa discussão, ao mesmo tempo que evidenciam questões ainda em aberto. Ching e Hsu (2023), em uma revisão sistemática de estudos empíricos sobre robótica educacional e pensamento computacional na educação básica, identificaram o emprego de estratégias como aprendizagem colaborativa, aprendizagem baseada em projetos e experiências práticas, além de destacarem habilidades relacionadas à sequência de comandos, às estruturas condicionais, aos ciclos de repetição, à depuração e ao pensamento algorítmico.

Esses achados oferecem evidências sobre as possibilidades formativas da robótica, mas também indicam a necessidade de aprofundar a compreensão das condições em que diferentes competências são desenvolvidas e avaliadas. A diversidade de recursos, faixas etárias, estratégias didáticas e contextos institucionais exige cautela na generalização dos resultados, tornando relevante investigar não apenas quais tecnologias são utilizadas, mas como são incorporadas ao planejamento curricular e às práticas de ensino.

Essa problematização adquire maior relevância diante das desigualdades de acesso à infraestrutura tecnológica e das diferenças nas condições de formação dos professores. O relatório de monitoramento global da educação da UNESCO (2023) ressalta que a contribuição das tecnologias para a aprendizagem depende de fatores como pertinência pedagógica, equidade, sustentabilidade e condições concretas de implementação. Essa análise relativiza perspectivas excessivamente tecnocêntricas e reforça que a aquisição de equipamentos, isoladamente, não assegura mudanças educacionais consistentes.

Na robótica educacional, tais desafios envolvem disponibilidade de kits e dispositivos, manutenção dos recursos, conectividade quando necessária, tempo destinado ao planejamento, formação continuada e integração das atividades ao currículo. Também exigem atenção à acessibilidade, à diversidade dos estudantes e à distribuição de oportunidades de participação, para que a inovação tecnológica não aprofunde desigualdades preexistentes. Desse modo, a transformação pedagógica precisa ser examinada tanto em sua dimensão didática quanto em suas condições institucionais e sociais.

Diante desse contexto, formula-se o seguinte problema de pesquisa: **de que maneira a robótica educacional pode contribuir para a transformação das práticas pedagógicas, para o desenvolvimento do pensamento computacional e para a construção de experiências de aprendizagem inovadoras, considerando os desafios metodológicos, formativos e estruturais de sua implementação?** A questão justifica-se pela necessidade de compreender criticamente as possibilidades e os limites dessa abordagem, distinguindo o uso instrumental de recursos tecnológicos de sua integração intencional aos processos de produção do conhecimento.

No plano teórico, a pesquisa favorece a articulação entre construcionismo, pensamento computacional e inovação pedagógica; no plano prático, pode subsidiar o planejamento de atividades interdisciplinares, a formação docente e a adoção de estratégias mais participativas, contextualizadas e inclusivas. A relevância social do estudo relaciona-se à busca por oportunidades educacionais que desenvolvam competências científicas e tecnológicas sem desconsiderar as condições materiais, a diversidade dos estudantes e o compromisso com a equidade.

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar as contribuições da robótica educacional para a transformação pedagógica, com ênfase no desenvolvimento do pensamento computacional, na inovação das práticas de ensino e nos desafios de sua integração ao contexto educacional contemporâneo. Para alcançar esse propósito, adota-se uma abordagem bibliográfica e qualitativa, orientada pela análise crítica de produções científicas e documentos de referência sobre construcionismo, aprendizagem

criativa, pensamento computacional, robótica educacional e tecnologias na educação.

A investigação busca estabelecer relações entre os fundamentos teóricos e as evidências disponíveis, identificando possibilidades de aplicação pedagógica, limitações recorrentes e questões que demandam aprofundamento. Desse modo, o estudo compreende a robótica educacional como uma oportunidade de ressignificação do ensino, cuja contribuição depende da articulação entre intencionalidade didática, participação discente, formação docente e compromisso institucional com uma educação crítica, criativa e socialmente inclusiva.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Robótica Educacional e Transformação das Concepções de Ensino e Aprendizagem

A compreensão da robótica educacional como instrumento de transformação pedagógica requer uma análise que ultrapasse a dimensão técnica dos dispositivos e considere os fundamentos epistemológicos que orientam a construção do conhecimento. Historicamente, as concepções de aprendizagem passaram por deslocamentos significativos, especialmente com o fortalecimento de perspectivas que reconhecem o estudante como sujeito ativo, capaz de formular hipóteses, interpretar experiências e reconstruir conhecimentos a partir de sua interação com o ambiente.

Nessa direção, Piaget (1976) compreende o desenvolvimento cognitivo como um processo de construção progressiva de estruturas de conhecimento, enquanto Vygotsky (2007) destaca a dimensão social da aprendizagem, atribuindo importância à

linguagem, à interação e à mediação cultural. Embora apresentem fundamentos distintos, essas perspectivas contribuem para interpretar a robótica educacional como um ambiente de experimentação no qual a aprendizagem envolve tanto a atividade intelectual individual quanto a colaboração e a mediação pedagógica.

A contribuição de Papert (1980) assume especial relevância nessa discussão ao formular o construcionismo, abordagem que valoriza a aprendizagem por meio da construção de objetos externos, compartilháveis e intelectualmente significativos. Nessa perspectiva, a elaboração de um programa computacional ou a montagem de um dispositivo robótico pode favorecer a compreensão de conceitos abstratos, desde que a atividade esteja vinculada a desafios cognitivos e objetivos educacionais definidos. A construção material constitui, portanto, uma oportunidade para exteriorizar ideias, testar hipóteses, observar resultados e reformular explicações. O conhecimento emerge da relação entre a ação sobre o objeto, a reflexão sobre os procedimentos e a interpretação das consequências produzidas.

Essa compreensão permite distinguir a utilização pedagógica da robótica de sua incorporação meramente instrumental. A presença de equipamentos, sensores, motores e interfaces de programação não representa, por si só, uma inovação educacional, pois a tecnologia pode ser utilizada tanto para reproduzir práticas transmissivas quanto para organizar experiências investigativas. A transformação pedagógica depende da maneira como os recursos são incorporados ao currículo, da natureza dos problemas apresentados aos estudantes e das oportunidades de participação, argumentação e revisão das soluções. Assim, o construcionismo de

Papert (1980), articulado às contribuições de Piaget (1976) e Vygotsky (2007), oferece uma base teórica para compreender a robótica como mediação da aprendizagem, e não como finalidade autônoma do processo educativo.

A perspectiva de Resnick (2017) amplia esse debate ao defender experiências de aprendizagem fundamentadas em projetos, interesses, colaboração e experimentação criativa. Quando aplicada à robótica educacional, essa orientação favorece situações nas quais os estudantes concebem soluções, constroem protótipos, programam dispositivos, identificam falhas e compartilham conhecimentos. A aprendizagem passa a envolver ciclos sucessivos de planejamento, experimentação, avaliação e aperfeiçoamento, fortalecendo a autonomia intelectual e a capacidade de lidar com problemas abertos. Entretanto, para que essas experiências produzam contribuições formativas consistentes, o professor precisa estabelecer relações entre a atividade prática, os conhecimentos curriculares e os objetivos de aprendizagem, assegurando que a exploração tecnológica resulte em compreensão conceitual.

2.2. Pensamento Computacional, Resolução de Problemas e Interdisciplinaridade

O pensamento computacional constitui um dos principais eixos conceituais da robótica educacional, pois envolve processos de formulação e resolução de problemas que mobilizam abstração, decomposição, reconhecimento de padrões, organização de procedimentos e avaliação de soluções. Wing (2006) contribui para consolidar essa discussão ao defender o pensamento computacional como uma competência intelectual relevante para diferentes áreas do conhecimento, não restrita aos profissionais da

computação. Essa concepção amplia o significado educacional da programação, que passa a ser compreendida como oportunidade de desenvolver estratégias de raciocínio, sistematizar informações e construir soluções organizadas.

Na robótica educacional, o pensamento computacional manifesta-se em situações concretas. Para programar um robô que percorra determinado trajeto, por exemplo, o estudante precisa decompor a tarefa em etapas, definir uma sequência de comandos, estabelecer condições de execução e analisar os resultados obtidos. Quando o dispositivo apresenta um comportamento diferente do esperado, torna-se necessário identificar a origem do problema, revisar o algoritmo e testar alternativas.

Brennan e Resnick (2012) contribuem para aprofundar essa compreensão ao distinguir conceitos computacionais, práticas de desenvolvimento e perspectivas relacionadas à participação dos estudantes na criação com tecnologias. Essa abordagem evidencia que aprender programação envolve tanto compreender estruturas computacionais quanto desenvolver práticas de investigação, depuração, experimentação e aperfeiçoamento.

A relação entre robótica e pensamento computacional também favorece a interdisciplinaridade. Em atividades orientadas à construção de soluções, conhecimentos matemáticos podem ser mobilizados para calcular distâncias, ângulos e proporções; conceitos físicos podem contribuir para compreender movimento, força e equilíbrio; e conhecimentos linguísticos podem ser empregados na elaboração de instruções, no registro de procedimentos e na comunicação dos resultados.

A articulação entre esses campos amplia as possibilidades de contextualização curricular e permite que os conteúdos sejam mobilizados na resolução de situações que exigem diferentes formas de raciocínio. Essa integração, entretanto, depende de planejamento intencional, pois a simples reunião de conteúdos em torno de um dispositivo tecnológico não garante interdisciplinaridade efetiva.

Rosa e Coelho Neto (2020), ao examinarem as articulações entre pensamento computacional, design thinking e ensino de robótica educacional, contribuem para essa discussão ao evidenciar a relevância de aproximar a formulação de problemas, a elaboração de soluções e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. A aproximação entre essas abordagens permite organizar atividades nas quais os estudantes identificam necessidades, delimitam desafios, elaboram protótipos, testam possibilidades e aprimoram suas propostas. Nessa dinâmica, a aprendizagem assume caráter investigativo e projetual, articulando conhecimentos conceituais a decisões práticas.

Entretanto, o desenvolvimento do pensamento computacional exige avaliação criteriosa. O êxito na montagem de um robô ou na conclusão de uma tarefa não demonstra automaticamente que o estudante desenvolveu competências transferíveis para outros contextos. É necessário examinar como ele formula problemas, justifica decisões, identifica erros, explica procedimentos e aplica estratégias em situações distintas. Essa distinção é importante para evitar que o desempenho operacional seja interpretado como evidência suficiente de aprendizagem conceitual. A robótica educacional apresenta maior consistência pedagógica quando a avaliação contempla o processo de raciocínio, a compreensão dos

conceitos e a capacidade de mobilizar conhecimentos para resolver problemas novos.

2.3. Evidências Científicas e Estado da Arte da Robótica Educacional

O estado da arte da robótica educacional revela uma ampliação das investigações sobre suas contribuições para o desenvolvimento cognitivo, a aprendizagem em ciências, tecnologia, engenharia e matemática e a formação do pensamento computacional. Entretanto, a produção científica apresenta resultados que precisam ser interpretados considerando os diferentes contextos educacionais, as estratégias de ensino, os recursos empregados e os instrumentos utilizados para avaliar a aprendizagem. A análise crítica dessas evidências é fundamental para distinguir possibilidades pedagogicamente promissoras de conclusões excessivamente generalizadas sobre a eficácia da tecnologia.

Ching e Hsu (2024), em uma revisão sistemática de 22 estudos empíricos publicados entre 2012 e 2021, investigaram o emprego da robótica educacional para desenvolver o pensamento computacional de crianças da educação infantil aos anos iniciais do ensino fundamental. Os autores identificaram a presença recorrente de competências relacionadas à sequência de comandos, às estruturas condicionais, aos ciclos de repetição, à depuração e ao pensamento algorítmico. Também observaram a utilização de estratégias como aprendizagem colaborativa, aprendizagem baseada em projetos e experiências práticas. Esses resultados demonstram a relevância da organização didática das atividades, uma vez que diferentes competências podem ser mobilizadas

conforme a natureza dos desafios, o nível de complexidade das tarefas e as estratégias de mediação adotadas.

Em uma perspectiva complementar, Ouyang e Xu (2024) realizaram uma meta-análise multinível de 21 estudos, com base em pesquisas publicadas entre 2010 e 2022, para examinar os efeitos da robótica educacional na aprendizagem em STEM. Os resultados apontaram efeitos de magnitude moderada sobre o desempenho acadêmico e as atitudes dos estudantes, enquanto o efeito agregado sobre o pensamento computacional não alcançou significância estatística.

A investigação também examinou variáveis moderadoras, como área disciplinar, nível educacional, apoio do professor, estratégia instrucional, modalidade de interação, duração da intervenção e tipo de recurso robótico. Esse resultado evidencia que a eficácia pedagógica não pode ser atribuída exclusivamente à presença de tecnologias, exigindo atenção às condições em que elas são utilizadas e aos resultados específicos que se pretende alcançar.

Wang et al. (2023), por sua vez, desenvolveram uma meta-análise sobre a efetividade de robôs educacionais nos resultados de aprendizagem. O estudo contribui para ampliar a compreensão dos fatores que influenciam a utilização desses recursos e reforça a necessidade de examinar os resultados à luz das características das intervenções e dos contextos investigados. Em conjunto, essas pesquisas indicam que a robótica pode favorecer experiências de aprendizagem relevantes, mas os efeitos dependem de condições que precisam ser explicitadas e avaliadas. Dessa forma, o estado da arte recomenda uma abordagem analítica que considere não apenas os resultados positivos encontrados, mas também a

heterogeneidade metodológica dos estudos, a duração das intervenções e a diversidade dos indicadores de aprendizagem.

A síntese dessas evidências permite identificar uma questão ainda em aberto: a relação entre a participação em atividades robóticas e o desenvolvimento consistente de competências cognitivas ao longo do tempo. Embora determinadas intervenções apresentem resultados favoráveis, permanece relevante compreender em que medida as aprendizagens se mantêm, são transferidas para problemas diferentes e contribuem para a autonomia intelectual dos estudantes.

Também se mostra necessário investigar a articulação entre os objetivos curriculares, a formação dos professores, a adequação dos recursos e a avaliação das competências desenvolvidas. Essa lacuna justifica a realização de estudos bibliográficos que integrem fundamentos pedagógicos e evidências empíricas, evitando tanto a rejeição indiscriminada das tecnologias quanto sua valorização sem análise crítica.

2.4. Mediação Docente, Formação Profissional e Condições Institucionais

A incorporação da robótica educacional ao cotidiano escolar exige compreender o professor como agente central da mediação pedagógica. Embora os dispositivos robóticos possibilitem experiências interativas, a aprendizagem depende da seleção dos conteúdos, da formulação dos problemas, da organização das atividades e do acompanhamento das estratégias desenvolvidas pelos estudantes. O papel docente, nesse contexto, não se limita à demonstração do funcionamento dos equipamentos, pois envolve

criar situações que estimulem a investigação, promover a reflexão sobre os procedimentos e relacionar as experiências práticas aos conhecimentos curriculares.

A perspectiva sociocultural de Vygotsky (2007) contribui para fundamentar essa compreensão ao destacar a importância da mediação e da interação social no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Aplicada à robótica educacional, essa perspectiva permite compreender a aprendizagem como processo que se desenvolve por meio da colaboração, da linguagem, da orientação pedagógica e do compartilhamento de estratégias. O professor organiza condições para que os estudantes avancem na compreensão dos problemas, enquanto a interação entre colegas favorece a explicitação de raciocínios, a negociação de soluções e a construção coletiva de conhecimentos.

Entretanto, a efetividade dessa mediação depende da formação profissional. O domínio técnico de uma plataforma robótica constitui apenas uma dimensão das competências necessárias ao professor, que também precisa compreender os fundamentos do pensamento computacional, selecionar estratégias metodológicas adequadas e avaliar as aprendizagens produzidas.

A revisão sistemática de estudos sobre desenvolvimento profissional docente realizada por pesquisadores da área de educação STEM, publicada em 2024, evidencia que a integração do pensamento computacional ao ensino envolve desafios relacionados à conceituação da competência, ao desenho das ações formativas, à avaliação dos resultados e ao apoio oferecido aos professores durante a incorporação dessas práticas (Bringing Computational Thinking INTO Classrooms, 2024). O conjunto dessas questões

reforça a necessidade de formação continuada articulada à realidade curricular e às condições concretas de trabalho.

A formação docente também precisa contemplar a dimensão crítica da inovação. A escolha de uma tecnologia deve considerar sua pertinência em relação aos objetivos educacionais, sua acessibilidade, a disponibilidade de suporte técnico e as possibilidades de integração entre áreas do conhecimento. A utilização de kits complexos, por exemplo, pode ampliar as possibilidades de experimentação, mas também aumentar as exigências de planejamento e manutenção.

Em contrapartida, atividades com recursos de menor custo, materiais reutilizáveis ou ambientes de programação acessíveis podem viabilizar experiências significativas em contextos com infraestrutura limitada. A decisão pedagógica, portanto, requer avaliar a relação entre recursos disponíveis, objetivos de aprendizagem e necessidades dos estudantes.

A UNESCO (2023) destaca que a incorporação de tecnologias à educação precisa ser analisada segundo critérios de pertinência, equidade, sustentabilidade e adequação ao contexto. Essa orientação é particularmente importante para a robótica educacional, cuja implementação pode ser limitada por desigualdades de infraestrutura, insuficiência de equipamentos, falta de tempo para planejamento e acesso desigual à formação profissional. A inovação pedagógica depende, assim, de condições institucionais que sustentem as atividades para além de experiências isoladas. Sem planejamento, apoio da gestão e continuidade curricular, iniciativas promissoras podem permanecer

restritas a projetos pontuais, com alcance limitado sobre a organização do ensino.

2.5. Inclusão, Equidade e Desafios para a Transformação Pedagógica

A discussão sobre robótica educacional precisa incorporar a dimensão da inclusão, reconhecendo que as oportunidades de participação e aprendizagem são condicionadas por diferenças socioeconômicas, culturais, cognitivas e funcionais. Uma proposta inovadora somente adquire relevância social quando considera a diversidade dos estudantes e oferece condições para que diferentes sujeitos participem das atividades, compreendam os desafios e expressem seus conhecimentos. Nesse sentido, a disponibilidade de equipamentos constitui apenas um dos elementos necessários para a democratização das experiências tecnológicas.

A robótica educacional pode favorecer múltiplas formas de participação ao combinar manipulação de objetos, representação visual, programação, comunicação oral e trabalho colaborativo. Essas possibilidades podem contribuir para diversificar as estratégias de ensino, desde que as atividades sejam planejadas para atender às necessidades dos estudantes. Recursos de acessibilidade, interfaces adaptadas, instruções graduadas e diferentes formas de registro dos resultados podem ampliar as oportunidades de envolvimento. Entretanto, tais benefícios dependem de escolhas pedagógicas conscientes e da análise das barreiras presentes no ambiente escolar, evitando pressupor que uma mesma atividade produza efeitos equivalentes para todos os participantes.

A equidade também exige considerar as diferenças entre instituições e territórios. Escolas com infraestrutura tecnológica consolidada dispõem de condições distintas daquelas que enfrentam limitações de equipamentos, conectividade, manutenção ou formação docente. Por isso, propostas de implementação precisam considerar os recursos disponíveis, as características da comunidade escolar e as possibilidades de continuidade das atividades. A criatividade pedagógica pode favorecer alternativas acessíveis, mas não substitui a responsabilidade institucional de assegurar condições adequadas de ensino. Uma política de inovação comprometida com a justiça educacional precisa articular investimentos, formação, planejamento e avaliação.

Outro desafio consiste em evitar a associação automática entre inovação tecnológica e melhoria da qualidade educacional. A introdução de recursos robóticos pode despertar interesse e ampliar as oportunidades de experimentação, mas sua contribuição depende da coerência entre objetivos, conteúdos, métodos e avaliação. O uso desarticulado do currículo pode transformar a atividade em exercício de montagem sem aprofundamento conceitual, enquanto a ausência de acompanhamento docente pode reduzir as possibilidades de reflexão e sistematização das aprendizagens. A transformação pedagógica pressupõe, portanto, uma integração que valorize tanto a dimensão prática quanto a construção de significados, a argumentação e a capacidade de aplicar conhecimentos.

Diante dessas considerações, a robótica educacional pode ser compreendida como uma abordagem com potencial para fortalecer o pensamento computacional, a interdisciplinaridade, a criatividade e a participação discente, desde que sua utilização seja sustentada

por fundamentos pedagógicos e condições institucionais apropriadas. O problema investigado encontra respaldo na literatura, que identifica possibilidades relevantes de aprendizagem e, simultaneamente, aponta desafios relativos à formação docente, à avaliação, à equidade e à consistência dos resultados.

A lacuna central situa-se na necessidade de articular essas dimensões em uma interpretação integrada, capaz de explicar não apenas o que a robótica pode oferecer à educação, mas em quais condições suas contribuições se tornam pedagogicamente significativas. Essa compreensão fundamenta o presente estudo, que analisa criticamente a robótica educacional como possibilidade de transformação das práticas pedagógicas e de construção de experiências de aprendizagem alinhadas às demandas científicas, tecnológicas e sociais contemporâneas.

3. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, de abordagem qualitativa e de natureza exploratório-descritiva, orientada à análise crítica das contribuições da robótica educacional para a transformação das práticas pedagógicas, o desenvolvimento do pensamento computacional e a reorganização das experiências de aprendizagem na educação contemporânea. O estudo fundamenta-se na análise de produções científicas e documentos institucionais que abordam os fundamentos teóricos, as aplicações educacionais, as potencialidades e os desafios associados à integração da robótica nos processos de ensino e aprendizagem.

O levantamento bibliográfico deve contemplar as bases de dados ERIC (Education Resources Information Center), SciELO, Scopus,

Web of Science e Google Scholar, considerando sua pertinência para a identificação de publicações nas áreas de Educação, Tecnologias Educacionais, Informática na Educação e pensamento computacional. A busca deve utilizar combinações dos seguintes descritores em português e inglês: “robótica educacional” e “educational robotics”; “pensamento computacional” e “computational thinking”; “inovação pedagógica” e “pedagogical innovation”; “aprendizagem baseada em projetos” e “project-based learning”; e “tecnologias educacionais” e “educational technology”. Os termos devem ser combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, de acordo com as funcionalidades de cada base, buscando ampliar a recuperação de estudos relevantes sem perder a relação com o objeto investigado.

A seleção das publicações deve considerar a pertinência temática, a identificação da autoria e da procedência editorial, a consistência acadêmica e a contribuição teórica ou empírica para os objetivos da investigação. Serão priorizados artigos científicos, revisões sistemáticas, meta-análises, livros acadêmicos e documentos institucionais que discutam a utilização da robótica educacional, o desenvolvimento do pensamento computacional, a mediação docente, a interdisciplinaridade e as condições de inclusão e equidade. Obras clássicas serão consideradas quando necessárias à fundamentação conceitual, enquanto publicações recentes contribuirão para a compreensão do estado atual das pesquisas. Serão excluídos materiais sem relação direta com a problemática, textos de procedência não verificável e conteúdos predominantemente promocionais, sem sustentação científica.

O corpus bibliográfico será constituído pelas publicações efetivamente selecionadas após a leitura dos títulos, resumos e,

quando necessário, dos textos completos. Para a organização das informações, serão considerados elementos como autoria, ano de publicação, objetivo, abordagem metodológica, contexto educacional, estratégias pedagógicas, resultados e limitações apontadas pelos pesquisadores. A sistematização desses elementos permitirá comparar os estudos e identificar convergências, divergências e lacunas relacionadas às possibilidades e às condições de implementação da robótica educacional nos diferentes contextos de ensino.

A análise será qualitativa, interpretativa e temática, estruturada em cinco eixos: fundamentos pedagógicos da robótica educacional; desenvolvimento do pensamento computacional e resolução de problemas; estratégias de ensino e aprendizagem interdisciplinares; formação e mediação docente; e inclusão, equidade e desafios institucionais. A interpretação articulará as contribuições teóricas de Papert (1980), Piaget (1976), Vygotsky (2007), Wing (2006), Brennan e Resnick (2012) e Resnick (2017) às evidências de pesquisas sobre robótica educacional, incluindo Ching e Hsu (2024), Wang et al. (2023) e Ouyang e Xu (2024). Também será considerada a perspectiva institucional apresentada pela UNESCO (2023), especialmente no que se refere à integração crítica e contextualizada das tecnologias na educação.

A análise não se limitará à identificação de benefícios associados ao uso de dispositivos robóticos. Serão examinadas as condições pedagógicas e institucionais que podem influenciar os resultados, como o planejamento didático, a intencionalidade das atividades, a participação dos estudantes, a formação dos professores, a disponibilidade de recursos e a acessibilidade. Essa abordagem permitirá compreender a robótica educacional como uma

possibilidade de transformação pedagógica cuja contribuição depende da articulação entre recursos tecnológicos, objetivos curriculares e práticas de ensino.

Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica, não haverá população ou amostra de participantes humanos, nem aplicação direta de questionários, entrevistas ou observações escolares. A unidade de análise será constituída pelas publicações selecionadas. A confiabilidade da interpretação será favorecida pela comparação entre diferentes fontes e pela distinção entre argumentos teóricos, resultados empíricos e recomendações institucionais. Como limitação, reconhece-se que as conclusões dependerão da abrangência das buscas, dos critérios de seleção e das características metodológicas dos estudos incluídos. Assim, os resultados serão apresentados como uma síntese crítica da literatura, sem atribuir à investigação bibliográfica a comprovação experimental de efeitos sobre uma população específica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. A Robótica Educacional Como Possibilidade de Transformação Pedagógica

A análise da literatura evidencia que a robótica educacional ultrapassa a condição de recurso tecnológico auxiliar quando sua utilização está vinculada a objetivos de aprendizagem, problemas significativos e processos de investigação, construção e reflexão. Essa compreensão encontra fundamento no construcionismo de Papert (1980), para quem a construção de objetos compartilháveis pode favorecer a elaboração e a revisão do pensamento. Nessa perspectiva, o artefato robótico não constitui o resultado

pedagógico em si mesmo, mas um meio pelo qual o estudante exterioriza hipóteses, testa soluções, identifica inconsistências e reorganiza suas estratégias cognitivas. A relevância educacional da robótica, portanto, não reside apenas na possibilidade de programar máquinas, mas na criação de situações em que o conhecimento é construído mediante a interação entre ação, representação e reflexão.

Essa perspectiva pode ser aprofundada pelo diálogo com Piaget (1976), cuja abordagem enfatiza a reorganização das estruturas cognitivas na relação entre sujeito e objeto de conhecimento, e com Vygotsky (2007), que atribui centralidade à mediação social e cultural no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Embora partam de tradições teóricas distintas, esses referenciais permitem compreender que a aprendizagem com robótica envolve tanto a atividade intelectual do estudante quanto as interações, as linguagens e as intervenções que estruturam a experiência educativa. A construção de um protótipo, por exemplo, pode mobilizar antecipação, comparação e revisão de hipóteses, enquanto a colaboração entre colegas e a orientação docente podem ampliar as possibilidades de explicitação do raciocínio e de superação de dificuldades.

O diálogo entre esses autores indica que a transformação pedagógica não decorre automaticamente da introdução de equipamentos nas escolas. Ela depende da organização de experiências em que os estudantes tenham oportunidades de formular problemas, experimentar alternativas, argumentar sobre decisões e refletir sobre os resultados alcançados. Quando a atividade se limita à reprodução de instruções previamente definidas, a robótica corre o risco de reforçar uma lógica

transmissiva, apenas revestida de recursos tecnológicos. Em contrapartida, quando envolve desafios abertos, planejamento, investigação e revisão de soluções, pode favorecer formas de aprendizagem mais participativas e intelectualmente exigentes.

Resnick (2017), ao defender uma aprendizagem orientada por projetos, interesses, pares e experimentação, amplia essa discussão ao destacar a importância de ambientes nos quais a criatividade se desenvolve por meio de ciclos contínuos de concepção, construção, teste e aprimoramento. A robótica educacional aproxima-se dessa perspectiva quando permite que os estudantes não apenas montem dispositivos, mas atribuam significado às suas construções e compreendam as relações entre decisões de programação, comportamento dos mecanismos e objetivos propostos. Desse modo, a inovação pedagógica deve ser avaliada pela qualidade das experiências cognitivas e sociais que promove, e não pela presença isolada de dispositivos digitais.

4.2. Pensamento Computacional e Desenvolvimento de Competências Cognitivas

O pensamento computacional constitui uma dimensão central da robótica educacional, pois exige que problemas sejam decompostos, organizados em sequências de instruções e submetidos a procedimentos de teste e correção. Wing (2006) apresenta o pensamento computacional como uma abordagem para formular problemas e conceber soluções mobilizando conceitos fundamentais da computação. Essa concepção amplia a discussão para além do ensino de programação, pois envolve modos de estruturar problemas, reconhecer padrões, construir

representações e avaliar procedimentos que podem ser mobilizados em diferentes áreas do conhecimento.

Brennan e Resnick (2012) contribuem para esse debate ao propor uma compreensão do pensamento computacional que articula conceitos computacionais, práticas de resolução de problemas e perspectivas sobre a participação dos sujeitos na criação de artefatos digitais. Essa abordagem é relevante para a robótica porque permite examinar não apenas se o estudante consegue fazer o dispositivo funcionar, mas também como desenvolve estratégias, interpreta erros, modifica sequências e atribui sentido ao processo de criação. O funcionamento correto de um robô, isoladamente, não comprova que todas essas competências tenham sido desenvolvidas; torna-se necessário observar e avaliar o raciocínio empregado durante a atividade.

Essa distinção encontra respaldo na revisão sistemática de Ching e Hsu (2024), que examinou 22 estudos empíricos publicados entre 2012 e 2021 sobre robótica educacional e pensamento computacional em estudantes da educação infantil ao sexto ano. As autoras identificaram a presença recorrente de competências relacionadas à sequência de comandos, às estruturas condicionais, aos ciclos de repetição, à depuração e ao pensamento algorítmico. Também observaram a utilização frequente de estratégias como aprendizagem colaborativa, aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem corporificada. Os resultados mostram que as atividades robóticas podem ser organizadas para mobilizar diferentes dimensões do pensamento computacional, mas também indicam que os resultados dependem das competências selecionadas, do desenho das tarefas e das estratégias pedagógicas adotadas.

A contribuição de Ching e Hsu (2024) deve ser interpretada em articulação com Wing (2006) e Brennan e Resnick (2012). Enquanto Wing oferece uma formulação ampla do pensamento computacional, Brennan e Resnick destacam dimensões que permitem examinar seu desenvolvimento, e Ching e Hsu demonstram como determinadas competências aparecem nas pesquisas sobre robótica com crianças. Essa relação evidencia a necessidade de transformar objetivos abstratos em experiências observáveis e avaliáveis. Se a intenção pedagógica é desenvolver a depuração, por exemplo, a atividade precisa permitir que o estudante reconheça um erro, investigue suas possíveis causas, altere instruções e compare os resultados antes e depois da intervenção.

Rosa e Coelho Neto (2020), ao examinarem as articulações entre design thinking, pensamento computacional e robótica educacional, também contribuem para compreender a natureza processual dessas experiências. A aproximação entre essas abordagens favorece a concepção de atividades em que a identificação de necessidades, a geração de ideias, a construção de protótipos e a avaliação das soluções sejam etapas relacionadas. A robótica, nessa perspectiva, pode atuar como ambiente de experimentação no qual o pensamento lógico não se separa da criatividade e da interpretação de problemas contextualizados.

Entretanto, não se deve presumir que toda atividade de programação ou montagem de robôs desenvolva, na mesma intensidade, todas as dimensões do pensamento computacional. Para que isso ocorra, é necessário estabelecer objetivos explícitos, selecionar tarefas adequadas à faixa etária e propor instrumentos de avaliação compatíveis com as competências pretendidas. A

aprendizagem precisa ser examinada pelo processo desenvolvido pelo estudante, e não exclusivamente pelo produto final ou pelo cumprimento das instruções.

4.3. Evidências Científicas: Potencialidades e Limites dos Resultados de Aprendizagem

As revisões sistemáticas e meta-análises oferecem uma base importante para avaliar o alcance das contribuições atribuídas à robótica educacional. Wang et al. (2023), em uma meta-análise de estudos com intervenções envolvendo robôs educacionais, identificaram um efeito positivo moderado sobre os resultados de aprendizagem. Esse achado sugere que a utilização de robôs pode contribuir para a aprendizagem em comparação com condições de ensino sem esses recursos, embora a magnitude do efeito não deva ser interpretada como garantia de benefício em qualquer disciplina, faixa etária ou modelo de intervenção.

Ouyang e Xu (2024), por sua vez, conduziram uma meta-análise multinível de 21 estudos publicados entre 2010 e 2022, reunindo 30 tamanhos de efeito e 2.433 participantes. Os autores identificaram um efeito geral moderado e positivo da robótica educacional na aprendizagem STEM. A análise também apontou efeitos positivos sobre o desempenho acadêmico e as atitudes de aprendizagem, mas não encontrou efeito estatisticamente significativo para o pensamento computacional no conjunto limitado de estudos que avaliou especificamente essa dimensão. Os resultados reforçam a importância de distinguir entre desempenho acadêmico, atitudes diante da aprendizagem e desenvolvimento de competências computacionais, pois essas variáveis não são equivalentes e não respondem necessariamente da mesma maneira às intervenções.

A comparação entre Wang et al. (2023) e Ouyang e Xu (2024) permite formular uma interpretação importante: a existência de resultados positivos agregados para a aprendizagem não significa que todos os objetivos educacionais sejam alcançados automaticamente. Uma intervenção pode favorecer o envolvimento dos estudantes ou a compreensão de conteúdos STEM sem produzir evidências suficientemente consistentes de desenvolvimento do pensamento computacional. Essa diferença não invalida o potencial da robótica; indica, antes, que os efeitos dependem da correspondência entre os objetivos de aprendizagem, o desenho pedagógico, a duração da intervenção e os instrumentos utilizados para avaliar os resultados.

A revisão de Ching e Hsu (2024) complementa esse quadro ao demonstrar que as experiências investigadas variaram em duração, recursos e estratégias de ensino. Tal diversidade amplia as possibilidades de aplicação da robótica, mas também dificulta a comparação direta entre intervenções. Uma atividade curta destinada a trabalhar sequências de comandos não pode ser equiparada, sem ressalvas, a um projeto interdisciplinar prolongado que envolve planejamento, programação, construção e apresentação de protótipos. A interpretação das evidências exige, portanto, atenção às características de cada experiência e às competências efetivamente avaliadas.

Esses resultados também recomendam cautela diante de discursos que apresentam a robótica como solução universal para dificuldades educacionais. Meta-análises sintetizam resultados de estudos diversos, mas a força de suas conclusões depende da qualidade das pesquisas incluídas, da heterogeneidade entre intervenções e da quantidade de evidências disponível para cada resultado. A decisão

pedagógica deve considerar o conjunto das evidências, as condições locais e a adequação dos recursos aos objetivos curriculares. Assim, a principal contribuição da literatura não consiste em estabelecer a superioridade absoluta da robótica sobre outras estratégias, mas em indicar seu potencial quando integrada a propostas didáticas intencionais e avaliadas de forma coerente.

4.4. Mediação Docente, Currículo e Condições de Implementação

A robótica educacional exige uma concepção de docência que articule domínio dos conteúdos, planejamento didático, mediação das interações e avaliação dos processos de aprendizagem. O professor não perde relevância diante da tecnologia; sua atuação torna-se decisiva para transformar a atividade prática em experiência conceitualmente significativa. Cabe-lhe formular problemas adequados, antecipar dificuldades, orientar a investigação sem eliminar a autonomia dos estudantes e estabelecer conexões entre as soluções construídas e os conhecimentos curriculares.

Essa compreensão dialoga com Vygotsky (2007), pois a aprendizagem não se restringe à interação individual com o objeto tecnológico: ela é influenciada pelas relações sociais, pela linguagem e pelas formas de mediação presentes na atividade. Também se articula à perspectiva de Resnick (2017), na qual projetos e experimentação podem favorecer a criatividade quando inseridos em ambientes que estimulam a participação e a reflexão. Em ambos os casos, o ambiente de aprendizagem não é apenas um espaço físico equipado, mas uma organização de relações, tarefas e oportunidades de construção do conhecimento.

Ouyang e Xu (2024) identificaram variáveis relacionadas ao contexto de implementação, incluindo disciplina, nível educacional, apoio do instrutor, estratégia didática, tipo de interação e duração da intervenção. Embora essas variáveis não autorizem conclusões universais sobre qual modelo de aula é sempre superior, elas demonstram que a análise dos efeitos da robótica precisa considerar as condições em que ela é utilizada. O recurso tecnológico não opera independentemente do planejamento, da orientação oferecida aos estudantes ou da natureza das atividades propostas.

Nessa direção, a formação docente não deve ser reduzida ao treinamento operacional para montar equipamentos ou utilizar interfaces de programação. É necessário desenvolver competências para integrar a robótica ao currículo, selecionar problemas relevantes, organizar o trabalho colaborativo, acompanhar os processos de tentativa e erro e avaliar aprendizagens que nem sempre se expressam no produto final. A formação também precisa contemplar o uso crítico da tecnologia, evitando que a novidade dos dispositivos substitua a análise de sua pertinência pedagógica.

Outro desafio é a continuidade institucional das iniciativas. Projetos isolados, dependentes exclusivamente da iniciativa individual de um professor ou da disponibilidade temporária de equipamentos, podem não produzir mudanças duradouras nas práticas escolares. A integração da robótica exige planejamento, acesso aos materiais, manutenção, tempo para preparação das aulas, apoio da gestão e articulação com os objetivos curriculares. Por isso, a transformação pedagógica deve ser compreendida como processo organizacional e formativo, e não apenas como adoção de uma ferramenta.

A discussão proposta pela UNESCO (2023) sobre o uso da tecnologia na educação reforça a necessidade de avaliar a pertinência dos recursos a partir de finalidades educacionais, condições de acesso e efeitos concretos sobre o ensino e a aprendizagem. Aplicada à robótica, essa orientação implica perguntar não somente quais equipamentos estão disponíveis, mas que problema pedagógico se pretende enfrentar, quem terá condições de participar, que aprendizagem se deseja promover e como será possível verificar os resultados. A inovação adquire consistência quando essas questões são respondidas por meio de decisões pedagógicas fundamentadas.

4.5. Inclusão, Equidade e Limites da Transformação Tecnológica

A ampliação das possibilidades de aprendizagem por meio da robótica precisa ser acompanhada de uma análise crítica das desigualdades de acesso e participação. A disponibilidade de kits, computadores, conectividade, espaços apropriados e profissionais preparados não é homogênea entre instituições e territórios. Nesse cenário, a adoção de tecnologias sem planejamento inclusivo pode ampliar diferenças preexistentes, favorecendo escolas e estudantes que já dispõem de melhores condições materiais e de maior familiaridade com ambientes digitais.

A perspectiva de Papert (1980) permite valorizar a participação ativa dos estudantes na construção de artefatos, mas essa participação precisa ser planejada para contemplar diferentes formas de expressão, ritmos de aprendizagem e necessidades de apoio. Do mesmo modo, a abordagem sociocultural de Vygotsky (2007) ajuda a compreender a importância das interações e da mediação para que a atividade seja acessível e intelectualmente produtiva. A organização dos grupos, a distribuição de funções, a clareza das

instruções e a diversidade de materiais podem influenciar a possibilidade de cada estudante contribuir de maneira significativa.

A inclusão, portanto, não deve ser entendida apenas como a presença física de estudantes diversos na mesma atividade. Ela exige condições reais de participação, acesso aos recursos, oportunidades de decisão e reconhecimento das contribuições individuais. Atividades robóticas podem ser organizadas com diferentes níveis de complexidade, instruções acessíveis, recursos adaptados e formas variadas de demonstrar a aprendizagem. Tais medidas não eliminam todas as barreiras, mas permitem que a proposta seja planejada com maior atenção à diversidade dos sujeitos e dos contextos escolares.

A discussão também exige evitar uma visão determinista segundo a qual a presença de tecnologia, por si só, democratiza o conhecimento. Como alerta a reflexão institucional da UNESCO (2023), o valor educacional da tecnologia depende das condições de sua utilização e de sua relação com objetivos educacionais definidos. Na robótica, isso significa considerar custos, manutenção, disponibilidade de recursos, formação docente e continuidade das ações, além de examinar se as atividades contemplam estudantes com diferentes experiências prévias e necessidades educacionais.

Dessa forma, a equidade deve integrar o planejamento desde a concepção da atividade, e não ser acrescentada apenas depois da implementação. Uma proposta pedagogicamente consistente precisa prever como os estudantes terão acesso aos materiais, como serão organizadas as interações e quais alternativas estarão disponíveis para aqueles que enfrentarem barreiras de participação. A robótica educacional pode ampliar oportunidades de

aprendizagem, mas seu potencial inclusivo depende de escolhas curriculares, pedagógicas e institucionais que coloquem os sujeitos e seus processos de aprendizagem no centro da inovação.

4.6. Síntese Interpretativa dos Resultados

A articulação entre os referenciais teóricos e as evidências examinadas permite identificar quatro resultados interpretativos principais. O primeiro consiste no reconhecimento da robótica educacional como ambiente de aprendizagem potencialmente favorável à construção ativa do conhecimento, especialmente quando envolve problemas contextualizados, experimentação e reflexão. O segundo diz respeito à possibilidade de mobilizar competências do pensamento computacional, como sequenciamento, elaboração de algoritmos, identificação de erros e revisão de soluções, desde que essas competências sejam explicitamente contempladas no planejamento e na avaliação.

O terceiro resultado refere-se à necessidade de interpretar criticamente as evidências sobre os efeitos da robótica. As meta-análises consultadas identificam benefícios médios em determinados resultados de aprendizagem, mas também revelam que os efeitos variam conforme o desfecho analisado e as características das intervenções. A ausência de efeito estatisticamente significativo para o pensamento computacional na meta-análise de Ouyang e Xu (2024), por exemplo, demonstra que não é adequado inferir o desenvolvimento dessa competência apenas porque os estudantes participaram de atividades com robôs. A avaliação deve investigar o que os estudantes efetivamente aprenderam e como conseguem mobilizar esse conhecimento em novas situações.

O quarto resultado consiste na compreensão de que a transformação pedagógica depende de condições que ultrapassam o recurso tecnológico: formação docente, integração curricular, intencionalidade didática, infraestrutura, acessibilidade e apoio institucional. A contribuição de Papert (1980) sobre a construção de artefatos, a concepção de pensamento computacional de Wing (2006), a perspectiva de aprendizagem criativa de Resnick (2017) e as evidências reunidas por Ching e Hsu (2024), Wang et al. (2023) e Ouyang e Xu (2024) convergem para a necessidade de tratar a robótica como parte de um projeto pedagógico mais amplo.

Em resposta ao objetivo da investigação, conclui-se nesta análise que a robótica educacional oferece possibilidades relevantes para renovar as experiências de ensino e aprendizagem, mas não constitui, isoladamente, garantia de inovação, inclusão ou desenvolvimento de competências. Sua contribuição depende da coerência entre os objetivos curriculares, a organização das atividades, a mediação docente e a avaliação dos processos e resultados. A principal implicação é que a inovação pedagógica deve ser julgada não pela sofisticação dos equipamentos empregados, mas pela qualidade das oportunidades de aprendizagem que cria, pela participação que assegura e pela capacidade de promover conhecimentos significativos em contextos educacionais diversos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A robótica educacional constitui uma possibilidade de transformação pedagógica quando integra intencionalidade didática, participação ativa dos estudantes, resolução de problemas e avaliação das aprendizagens. Sua contribuição para o desenvolvimento do pensamento computacional não decorre

exclusivamente do contato com dispositivos tecnológicos, mas da qualidade das experiências de investigação, experimentação, colaboração e reflexão organizadas no contexto educativo.

O objetivo da pesquisa é alcançado ao evidenciar que a robótica educacional pode favorecer novas formas de construção do conhecimento, ampliar as possibilidades de interdisciplinaridade e estimular competências relacionadas ao raciocínio lógico, à criatividade e à resolução de problemas. Entretanto, esses avanços dependem da articulação entre planejamento curricular, mediação docente, formação profissional e condições institucionais que assegurem continuidade e qualidade às práticas pedagógicas.

A principal contribuição do estudo consiste em compreender a inovação tecnológica como um processo pedagógico, e não como simples incorporação de equipamentos. Essa perspectiva desloca a centralidade dos recursos para as aprendizagens que eles possibilitam, reconhecendo que a transformação educacional exige práticas intencionais, inclusivas e contextualizadas. A robótica assume maior relevância quando os estudantes participam da formulação de problemas, elaboram soluções, analisam erros e compreendem as implicações de suas decisões.

Como limitação, a pesquisa bibliográfica não permite verificar diretamente os efeitos dessas práticas em turmas ou instituições específicas, e as conclusões permanecem condicionadas às publicações analisadas e à diversidade dos contextos investigados. Estudos futuros podem aprofundar essa discussão por meio de pesquisas empíricas longitudinais, investigações em diferentes etapas da educação básica e avaliações que distingam aprendizagem conceitual, pensamento computacional, criatividade

e participação dos estudantes. Também se mostra relevante examinar estratégias de formação docente e modelos de implementação que ampliem a acessibilidade e reduzam desigualdades de participação.

A transformação pedagógica promovida pela robótica depende, portanto, da capacidade de converter tecnologia em experiência significativa, experimentação em conhecimento e inovação em oportunidades equitativas de aprendizagem. Seu potencial educacional se concretiza quando o desenvolvimento tecnológico permanece subordinado às finalidades formativas da educação e ao compromisso com uma aprendizagem crítica, criativa e socialmente relevante.

A robótica educacional alcança sua verdadeira dimensão transformadora quando deixa de representar apenas a capacidade de construir máquinas e passa a expressar a capacidade humana de construir conhecimentos, reinventar práticas e transformar a educação em um espaço de inovação, autonomia e emancipação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: annual meeting of the american educational research association, 2012, Vancouver. Anais [...]. Vancouver: AERA, 2012. Disponível em: <https://www.media.mit.edu/publications/new-frameworks-for-studying-and-assessing-the-development-of-computational-thinking/>. Acesso em: 11 out. 2026.

CHING, Y.-H.; HSU, Y.-C. Educational robotics for developing computational thinking in young learners: a systematic review.

TechTrends, v. 68, n. 3, p. 423–434, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>.

OUYANG, F.; XU, W. The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. International Journal of STEM Education, v. 11, art. 7, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>.

PAPERT, S. Mindstorms: children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.

PIAGET, J. A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

RESNICK, M. Lifelong kindergarten: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play. Cambridge, MA: MIT Press, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/11017.001.0001>.

ROSA, V.; COELHO NETO, J. Design thinking e o pensamento computacional e suas articulações para o ensino de robótica educacional: uma revisão. Research, Society and Development, v. 9, n. 10, e6659109019, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9019>.

UNESCO. Global education monitoring report 2023: technology in education: a tool on whose terms? Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: <https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology>. Acesso em: 11 out. 2026.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WANG, K.; SANG, G.-Y.; HUANG, L.-Z.; LI, S.-H.; GUO, J.-W. The effectiveness of educational robots in improving learning outcomes: a meta-analysis. Sustainability, v. 15, n. 5, art. 4637, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15054637>.

WING, J. M. Computational thinking. Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.

¹ Doutor em Educação pela Universidade Christian Business School (CBS) Paris – França. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Doutorando em Ciências da Educação pela Universidade Christian Business School, (Paris - França)

E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Mestre em Climatologia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Secretaria de Educação do Ceará. Av. Gen. Afonso Albuquerque Lima, Cambéba, Fortaleza -CE, CEP: 60822-325.E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Doutor em Administração -pela Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO, Rio de Janeiro / RJ. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Especialista em Metodologias do Ensino das Ciências Humanas e Sociais pela Universidade

Federal do Ceará (UFC), Ceará, Brasil, E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Doutorando em Administração de Empresas pela Must University (Flórida – EUA), com Ênfase no Terceiro Setor. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ Tutoria em Educação a Distância -UFMS - Rua UFMS, 222, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 79070 -. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁸ Especialista em Docência do Ensino Superior pela Universidade Candido Mendes (UCAM) e em Informática da Educação e Tutoria em Educação a Distância pela Faculdade Iguaçu. Graduada em Pedagogia pela Faculdade de Ciências e Educação Sena Aires (FACESA).E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁹ Mestrando em Ciências da Educação pela Universidade Christian Business School (CBS) Paris – França. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹⁰ Mestranda em Ciências da Educação pela (EDUCAINTER), Graduada em Pedagogia pelo Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)